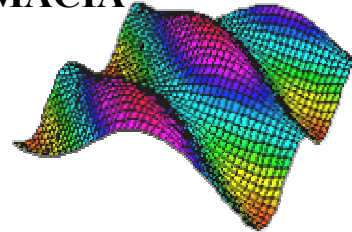




Termodinamica



Equazione di stato

C. A. Mattia 2010



Proprietà estensive e intensive

- Massa
- Volume
- Densità
- Temperatura
- Pressione
- Luminosità
- Composizione
- Tensione superficiale
- Conducibilità elettrica
- Colore
- Magnetizzazione
- ???

Sono tutte Indipendenti ?



Grandezze indipendenti



- Consideriamo un gas. Immaginiamo di fissare
 - n - il numero di moli (la composizione)
 - p - la pressione
 - V - il volume
- Ci accorgiamo che non è possibile scegliere arbitrariamente la temperatura, e nessun altra variabile.
- È un fatto **sperimentale** che le variabili indipendenti, fissata la composizione, sono **solamente due**.



Grandezze indipendenti



- Questa osservazione è sperimentalmente verificata per ogni sostanza in ogni fase.
- Esprimiamo matematicamente questo fatto.

ASSIOMA: Le variabili termodinamiche indipendenti sono solamente 3. Esiste una equazione, chiamata **EQUAZIONE DI STATO**, che lega una variabile alle altre.

$$T = f_1(n, p, V) \quad p = f_2(n, V, T)$$



Equazione di stato



$$V = f(n, p, T) \quad g(n, p, V, T) = 0$$

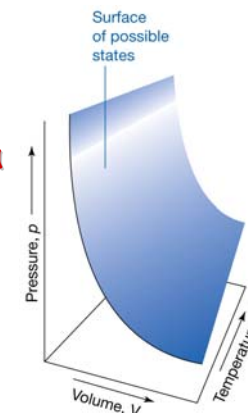
- L'equazione di stato esiste per ogni sostanza.
- La funzione $f(n, p, T)$ è diversa a seconda della sostanza.
- La termodinamica, teoria generale, non può ricavare le equazioni di stato. Possono essere considerate assiomi verificati sperimentalmente.



Equazione di stato

$$V = f(n, p, T)$$

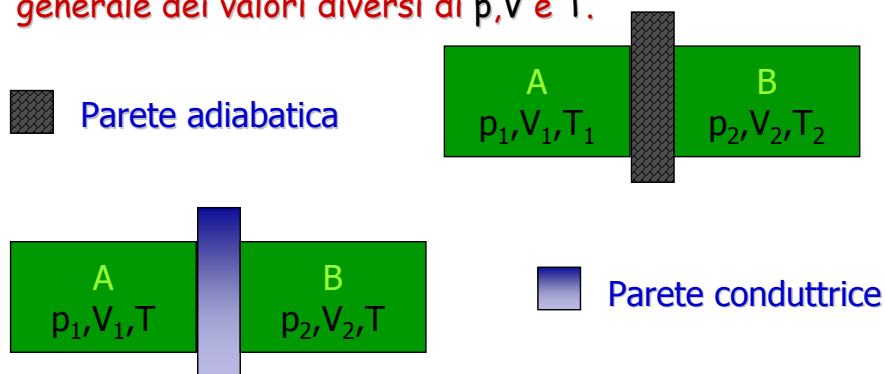
- Fissata la composizione, questa equazione è rappresentabile con una superficie.
- Nella maggioranza dei casi la funzione $f(n, p, T)$ la si può descrivere solo in forma grafica e non con una formula analitica.
- **STATO DI UN SISTEMA:** Un punto della superficie. L'insieme dei valori delle sue coordinate.



Equilibrio termico



- Consideriamo due sistemi isolati. Questi avranno in generale dei valori diversi di p, V e T .

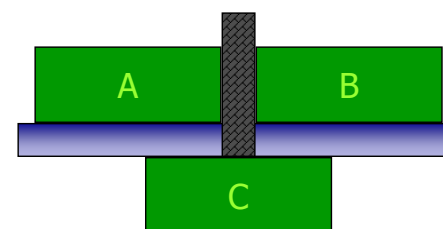


- Dopo il contatto, i due sistemi raggiungono l'equilibrio termico, e la temperatura nei due sistemi è identica.



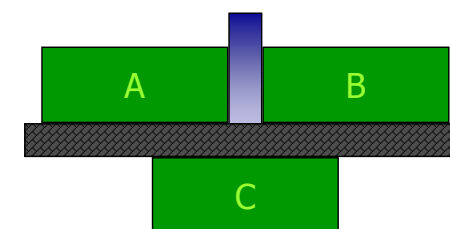
Equilibrio termico

- Consideriamo ora due sistemi, A e B, separati da una parete adiabatica, ma ciascuno in contatto termico con C.



- A e B raggiungono l'equilibrio termico con C.
- Mettiamo ora A e B in contatto...

- non vi sono ulteriori cambiamenti: A e B sono già in equilibrio.





Principio zero



- Possiamo esprimere questo risultato sperimentale così:
due sistemi in equilibrio termico con un terzo, sono in equilibrio tra loro.
- Il principio zero della termodinamica è stato enunciato dopo il primo e il secondo principio. Ci si è resi conto della sua necessità quando si è iniziato a costruire l'edificio della termodinamica in modo logico.
- Il termometro funziona grazie a questo principio.



Equilibrio



Un sistema è in equilibrio se i valori delle grandezze che lo caratterizzano rimangono costanti nel tempo.

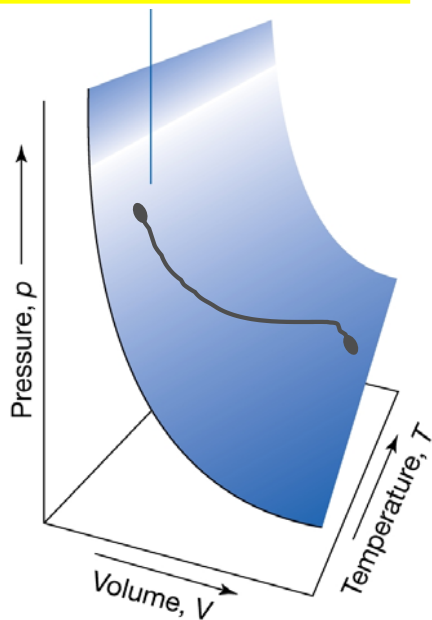
- Equilibrio meccanico: nulla si muove (forze in equilibrio).
- Equilibrio chimico: composizione costante.
- Equilibrio termico: temperatura costante.
- Equilibrio termodinamico:
termico+chimico+meccanico.



Processo o trasformazione



- Un Processo termodinamico è un cammino sulla superficie descritta dalla equazione di stato.
- È una successione di stati termodinamici.



Tipi di trasformazioni



- Isoterma $T = \text{cost.}$
- Isobara $p = \text{cost.}$
- Isocora $V = \text{cost.}$
- Adiabatica $q = 0$
- Isoentropica $S = \text{cost.}$
- ...

